

Title	Double Beta Decay Experiment of ^{100}Mo with ELEGANT V
Author(s)	永田, 浩一郎
Citation	
Issue Date	
oa:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39929
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【 1 】	
氏 名	なが た こう いち ろう 永 田 浩 一 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 0 3 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 6 月 1 9 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 名	Double Beta Decay Experiment of ^{100}Mo with ELEGANT V (エレガントV号による ^{100}Mo の二重ベータ崩壊実験)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 江 尻 宏 泰 (副査) 教 授 長 島 順 清 教 授 高 杉 英 一 教 授 土 岐 博 助教授 岸 本 忠 史

論 文 内 容 の 要 旨

二重ベータ崩壊はニュートリノ質量の有限性や弱い相互作用に於ける右巻き弱相互作用の可能性を検証する最も感度のよい方法の一つである。

二重ベータ崩壊は1つの原子核内で同時に2つのベータ崩壊が起こる現象で、特にニュートリノが吸収されて核外に放出されない(2つのベータ線のみ放出される)二重ベータ崩壊が上述の検証に直接関与する。

岐阜県神岡地下観測所における二重ベータ崩壊測定実験の為に超高感度核分光装置ELEGANT Vを改良することにより ^{100}Mo のニュートリノの放出を伴わない二重ベータ崩壊の半減期の下限値を 10^{22} 年、マヨラナニュートリノ質量の上限値で2eVの領域の探索に成功した。

主な改良点として薄型ドリフトチェンバーを制作し、ELEGANT Vの中心に挿入した。このドリフトチェンバーは ^{100}Mo 試料中や試料周りに存在する ^{214}Bi に起因するバックグラウンドを以下の2つの方法で削減するように作られた。

1) ^{214}Bi の娘核である ^{214}Po からの遅延アルファ線(半減期164マイクロ秒)を検出することにより ^{214}Bi による事象を識別し取り除く。

2) 測定試料をドリフトチェンバー内部に設置し高純度の $\text{He}-\text{CO}_2$ ガスで満たすことにより試料周りの空気中の ^{222}Rn 濃度を減少させる。 $(^{222}\text{Rn}$ はアルファ崩壊等を繰り返して ^{214}Bi となる。)

遅延アルファ線はドリフトチェンバーのフィールドワイヤー読み出しによって行い、164マイクロ秒の半減期が誤差の範囲内で確認できた。 ^{214}Bi からのベータ線及びガンマ線に加え、遅延アルファ線も同時計測することにより、 ^{100}Mo 試料中及びドリフトチェンバーガス中に含まれる ^{214}Bi の量をそれぞれ $(8.38 \pm 1.79) \times 10^{-3} \text{Bq/kg}$ と $4.9 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ 以下であると同定できた。

試料周りの ^{214}Bi 起源のバックグラウンドは過去の測定に比べて1/100以下になっていることが確認できた。

179gの ^{100}Mo 試料を用いた3136時間の測定データから二重ベータ崩壊の候補となる現象を選択したところ、2つのベータ線のエネルギー和が2.55MeVから3.2MeVの領域内では候補となる現象は見つからなかった。これはニュートリノの放出を伴わない二重ベータ崩壊のエネルギー領域でのバックグラウンドが前回の測定に比べ1桁以上向上したこ

とになり、他の ^{100}Mo の二重ベータ崩壊測定実験の中で最も低いものとなった。観測量が0の場合、ポアソン分布の上限値は68%の信頼度で1.15カウントとなる。ニュートリノの出ない二重ベータ崩壊が質量を持ったマヨラナニュートリノによって起こったとした場合その半減期として $T > 3.7 (1.8) \times 10^{22}$ 年（信頼度68 (90) %）という下限値が得られた。同様にして右巻き弱相互作用 ($\langle \lambda \rangle$, $\langle \eta \rangle$) にのみよって起こったとして、それぞれ68 (90) %の信頼度で $T > 2.2 (1.1) \times 10^{22}$ 年 ($\langle \lambda \rangle$), $T > 3.4 (1.7) \times 10^{22}$ 年 ($\langle \eta \rangle$) という半減期の下限値が得られた。これらの下限値からマヨラナニュートリノの質量および右巻き弱相互作用の係数の上限値が以下のように得られた。 $\langle m_\nu \rangle < 2.6 (3.8)$ eV, $\langle \lambda \rangle < 5.0 (7.1) \times 10^{-6}$, $\langle \eta \rangle < 3.1 (4.4) \times 10^{-8}$ 。

今回の研究では他の ^{100}Mo の二重ベータ崩壊実験と比較して最も低いバックグラウンド環境を実現することに成功し、また ^{100}Mo の二重ベータ崩壊実験では初めて $\langle \eta \rangle$ 項を算出することに成功した。

論文審査の結果の要旨

本論文は ^{100}Mo 原子核の二重ベータ崩壊を測定することによって、ニュートリノ素粒子の正体を解明しようとする研究である。理学研究科の江尻研究室で開発に成功した高感度核分光器エレガントV号に若干改良を加え、研究室の協力を得て、世界で最も高感度測定を実現した。それによってニュートリノ質量に厳しい上限値を得た。博士（理学）論文として価値を認める。